

## От интерпретации трех типов действия в классической механике к волновой функции в квантовой механике

М. Гондран и А. Гондран (Франция)

Реферат подготовил М.Х. Шульман ([shulman@dol.ru](mailto:shulman@dol.ru), [www.timeorigin21.narod.ru](http://www.timeorigin21.narod.ru))

---

arXiv:1210.3025v1 [quant-ph] 10 Oct 2012

### From interpretation of the three classical mechanics actions to the wave function in quantum mechanics

Michel Gondran ([michel.gondran@polytechnique.org](mailto:michel.gondran@polytechnique.org))

University Paris Dauphine, 75 016 Paris.

Alexandre Gondran

Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 31000 Toulouse, France

---

Прежде всего авторы показывают, что в классической механике существуют три типа действия, отвечающие различным граничным условиям: два хорошо известных действия, действие Эйлера – Лагранжа  $S_{cl}(\mathbf{x}, t; \mathbf{x}_0)$ , которое связывает начальное положение  $\mathbf{x}_0$  и положение  $\mathbf{x}$  в момент времени  $t$ , и действие Гамильтона – Якоби  $S(\mathbf{x}, t)$ , которое связывает семейство частиц с начальным действием  $S_0(\mathbf{x})$  с их различными положениями  $\mathbf{x}$  в момент времени  $t$ , а также новое действие, детерминистическое действие  $S(\mathbf{x}, t; \mathbf{x}_0, \mathbf{v}_0)$ , которое связывает частицу в начальном положении  $\mathbf{x}_0$  и с начальной скоростью  $\mathbf{v}_0$  с их положением  $\mathbf{x}$  в момент  $t$ . С математической точки зрения действие Эйлера – Лагранжа может рассматриваться в качестве элементарного решения уравнения Гамильтона – Якоби в рамках нового направления нелинейной математики – “Minplus анализ”. В полуклассическом приближении изучается сближение между квантовой плотностью и квантовым действием, решение уравнений Маделунга, когда постоянная Планка стремится к нулю. Устанавливается наличие двух различных решений, которые зависят от начальной плотности. В первом случае, когда начальная квантовая плотность является классической плотностью  $\rho_0(\mathbf{x})$ , квантовая плотность и квантовое действие сходятся к классическому действию и классической плотности, которые удовлетворяют статистическим уравнениям Гамильтона - Якоби. Они представляют собой уравнения для набора классических частиц, начальные положения которых известны только через  $\rho_0(\mathbf{x})$ . Во втором случае, когда начальная плотность сходится к функции Дирака, а квантовая плотность сходится к детерминистическому действию. Далее, авторы вводят в классическую механику неопределенные частицы, которые удовлетворяют статистическим уравнениям Гамильтона – Якоби и объясняют парадокс Гиббса, и определенные частицы, которые удовлетворяют детерминистическим уравнениям Гамильтона – Якоби. Когда полуклассическое приближение недействительно, делается вывод, что уравнение Шрёдингера не может дать детерминистическую интерпретацию, и пригодна только статистическая интерпретация Бома. В заключение предлагается интерпретация волновой функции Шрёдингера, которая зависит от начальных условий (от приготовления). Эта двойная интерпретация представляется совпадающей с идеей “двойного решения” интерпретации Луи де Бройля.

## Ссылки:

- <sup>1</sup> L. C. Evans, *Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics 19, American Mathematical Society, 1998, p.123-124.
- <sup>2</sup> Yu.S. Rybakov, in *Proceeding of the first International Conference on Theoretical Physics* (Moscow, 2011), p.155.
- <sup>3</sup> V.P. Maslov and S.N. Samborski, *Idempotent Analysis*, Advances in Soviet Mathematics, 13, American Math Society, Providence (1992).
- <sup>4</sup> V.N. Kolokoltsov and V.P. Maslov, *Idempotent Analysis and its applications*, Klumer Acad. Publ., 1997.
- <sup>5</sup> M. Gondran, "Analyse MinPlus", C. R. Acad. Sci. Paris **323**, 371-375 (1996).
- <sup>6</sup> M. Gondran et M. Minoux, *Graphs, Dioïds and Semi-rings: New models and Algorithms*, Springer, Operations Research/Computer Science Interfaces, 2008, chap.7.
- <sup>7</sup> E. Madelung, "Quantentheorie in hydrodynamischer Form", Zeit. Phys. **40**, 322-6 (1926).
- <sup>8</sup> M. Gondran and A. Gondran, "Discerned and non-discerned particles in classical mechanics and convergence of quantum mechanics to classical mechanics", Annales de la Fondation Louis de Broglie, vol. 36, 117-135 (2011).
- <sup>9</sup> M. Gondran and A. Gondran, "The two limits of the Schrödinger equation in the semi-classical approximation", Proceeding of AIP, Conference Foundations of Probability and Physics 6, Växjö, Sweden, June 2011, vol 1424, 2012.
- <sup>10</sup> E. Schrödinger, Der stetige bergang von der Mikro-zur Makromechanik, Naturwissenschaften **14**, 664-666 (1926).
- <sup>11</sup> R. J. Glauber, in *Quantum Optics and Electronics*, Les Houches Lectures 1964, C. deWitt, A. Blandin and C. Cohen-Tanoudji eds., Gordon and Breach, New York, 1965.
- <sup>12</sup> I. Bialynicki-Birula, M. Kalinski, and J. H. Eberly, Phys. Rev. Lett. **73**, 1777 (1994).
- <sup>13</sup> A. Buchleitner and D. Delande, Phys. Rev. Lett. **75**, 1487 (1995).
- <sup>14</sup> A. Buchleitner, D. Delande and J. Zakrzewski, "Non-dispersive wave packets in periodically driven quantum systems," Physics Reports **368** 409-547 (2002).
- <sup>15</sup> H. Maeda and T. F. Gallagher, Non dispersing Wave Packets, Phys. Rev. Lett. **92**, 133004-1 (2004).
- <sup>16</sup> R. Feynman and A. Hibbs, *Quantum Mechanics and Integrals*, McGraw-Hill, 1965.
- <sup>17</sup> L. de Broglie, J. de Phys. **8**, 225-241 (1927).
- <sup>18</sup> D. Bohm, "A suggested interpretation of the quantum theory in terms of "hidden" variables," Phys. Rev., **85**, 166-193 (1952).

- <sup>19</sup> C. Jönsson, "Elektroneninterferenzen an mehreren künstlich hergestellten Feinspalten," *Z. Phys.* **161**, 454-474 (1961), English translation "Electron diffraction at multiple slits," *Am. J. Phys.* **42**, 4-11 (1974).
- <sup>20</sup> M. Gondran, and A. Gondran, "Numerical simulation of the double-slit interference with ultracold atoms", *Am. J. Phys.* **73**, 507-515 (2005).
- <sup>21</sup> D. Bohm, B.J. Hiley, *The Undivided Universe* (Routledge, London and New York, 1993).
- <sup>22</sup> P.R. Holland, *The quantum Theory of Motion*, Cambridge University Press, 1993.
- <sup>23</sup> W. Nagourney, J. Sandberg, and H. Dehmelt, "Shelved optical electron amplifier: Observation of quantum jumps," *Phys. Rev. Lett.* **56**, 2797-2799 (1986).
- <sup>24</sup> C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë, *Quantum Mechanics*, Wiley, New York (1977).
- <sup>25</sup> L. de Broglie, J.L. Andrade e Silva, *La Réinterprétation de la mécanique ondulatoire*, Gauthier-Villars (1971).
- <sup>26</sup> A. Einstein, "Elementary Reflexion on Interpreting the Foundations of Quantum Mechanics", in *Scientific Papers presented to Max Born*, Edimbourg, Olivier and Boyd, 1953
- <sup>27</sup> W.M. de Muynck, "Distinguishable-and Indistinguishable-Particle; Descriptions of Systems of Identical Particles", *International Journal of Theoretical Physics* **14**, n° 5, 327-346 (1975).